

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 103 03 701.2

**Anmeldetag:** 30. Januar 2003

**Anmelder/Inhaber:** Siemens Aktiengesellschaft, München/DE

**Bezeichnung:** Verfahren und Vorrichtung zum Steuern  
einer Brennkraftmaschine

**IPC:** F 02 B 27/02

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der  
ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 9. Dezember 2003  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
Der Präsident  
Im Auftrag

Ebert

## Beschreibung

Verfahren und Vorrichtung zum Steuern einer Brennkraftmaschine

5

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Steuern einer Brennkraftmaschine mit einer Ansaugeinrichtung, die Saugrohre zu Einlässen von Zylindern der Brennkraftmaschine und Stellglieder zum Einstellen der effektiven Rohrlänge der Saugrohre durch Verschließen oder Freigeben mindestens einer Öffnung von den Saugrohren hin zu einem Hohlkörper und mindestens einen Stellantrieb zum Steuern der Stellglieder aufweist.

15

Eine derartige Ansaugeinrichtung in einer Brennkraftmaschine ist aus der DE 197 17 347 C1 bekannt. Die als Schaltklappen ausgebildeten Stellglieder werden abhängig von der Drehzahl  $N$  der Kurbelwelle der Brennkraftmaschine und/oder eines Luftmassenstroms und/oder eines Saugrohrdrucks entweder in eine Offenstellung oder in eine Schließstellung mittels des Stellantriebs verschwenkt. Dadurch ergeben sich abhängig von der Drehzahl der Brennkraftmaschine zwei verschiedene effektive Längen der Saugrohre. Dabei entspricht die effektive Länge der Saugrohre jeweils der Länge, auf der die Gassäule im Saugrohr schwingt. Dies ist die gesamte Länge der Saugrohre, wenn die Schaltklappen in ihrer Schließstellung verschwenkt sind bzw. nur der Abschnitt der Saugrohre von einem Einlass der Zylinder hin zu den Schaltklappen, wenn die Schaltklappen in ihrer Offenstellung sind.

25  
30

Die Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren und eine Vorrichtung zu schaffen, das/die einen sehr guten Drehmomentverlauf einer Brennkraftmaschine gewährleistet.

35

Die Aufgabe wird gelöst durch die Merkmale der unabhängigen Patentansprüche. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet. Die Erfindung

zeichnet sich dadurch aus, dass innerhalb eines ersten Drehzahlbereichs, dessen obere Grenze ein erster Schwellenwert ist, die Stellglieder in eine Schließstellung gesteuert werden, dass bei einer Drehzahl, die größer ist als der erste Schwellenwert und kleiner ist als ein zweiter Schwellenwert, die Stellglieder in eine Leckage-Stellung gesteuert werden, und dass bei einer Drehzahl, die größer ist als der zweite Schwellenwert, die Stellglieder in eine Offenstellung gesteuert werden. Dadurch sind in dem ersten Drehzahlbereich lange effektive Saugrohrängen und in dem Drehzahlbereich der größer ist als der zweite Schwellenwert kurze effektive Saugrohrängen gewährleistet. Dadurch ist in diesen Drehzahlbereichen jeweils eine sehr gute Aufladung der Zylinder der Brennkraftmaschine ermöglicht. Darüber hinaus wird in dem Bereich der Drehzahl die größer ist als der erste Schwellenwert und kleiner ist als der zweite Schwellenwert die Aufladung der Zylinder durch die Leckage-Stellung des Stellgliedes deutlich verbessert.

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind im Folgenden anhand der schematischen Zeichnungen erläutert. Es zeigen:

- Figur 1 eine Brennkraftmaschine mit einem Ansaugtrakt 1,
- Figur 2 einen Schnitt der Ansaugeinrichtung gemäß Figur 1 längs der Linie II - II',
- Figur 3 eine Schaltklappe, die in der Ansaugeinrichtung 1 angeordnet ist und
- Figur 4 ein Ablaufdiagramm eines Programms zum Steuern der Brennkraftmaschine.

Elemente gleicher Konstruktion und Funktion sind figurenübergreifend mit den gleichen Bezugszeichen gekennzeichnet.

Eine Ansaugeinrichtung 1 (Figur 1) einer Brennkraftmaschine hat einen Ansaugstutzen 2, in dem vorzugsweise eine Drosselklappe 3 angeordnet ist. Der Ansaugstutzen 2 kommuniziert mit einem ersten Sammler 4, von dem wiederum Saugrohre 5, 6, 7, 8

hin zu Einlässen 11, 12, 13, 14 eines Motorblocks geführt sind. Ein zweiter Sammler 9 ist stromabwärts des ersten Sammlers 4 und stromaufwärts der Einlässe 11 bis 14 ausgebildet. Im Bereich des zweiten Sammlers 9 sind als Schaltklappen 20, 21, 22 ausgebildete Stellglieder zum Verschließen oder Freigeben mindestens einer Öffnung von den Saugkanälen hin zu einem Hohlkörper ausgebildet. Dabei ist in dieser Ausgestaltung der Hohlkörper jeweils das Volumen hin zu dem benachbarten Saugrohr 5 bis 8. Es kann in alternativer Ausgestaltung jedoch auch ein zusätzliches Volumen sein. Der Hohlkörper kann jedoch auch direkt der erste Sammler 4 sein oder mittelbar mit dem ersten Sammler 4, beispielsweise über einen kurzen Rohrstutzen kommunizieren.

Ferner ist ein Stellantrieb 18 vorgesehen, der so ausgebildet ist, dass er geeignet ist zum Steuern der Schaltklappen in eine Offenstellung, in eine Schließstellung und mindestens eine Leckage-Stellung. Der Stellantrieb ist vorzugsweise als Elektromotor ausgebildet. Ferner ist eine Vorrichtung 19 zum Steuern der Brennkraftmaschine vorgesehen, die abhängig von Betriebsgrößen der Brennkraftmaschine, wie z. B. einer Drehzahl  $N$ , einer Kurbelwelle der Brennkraftmaschine Stellsignale für den Stellantrieb 18 erzeugt.

Figur 3 zeigt eine mögliche Ausgestaltung der Schaltklappe gemäß Figur 2. Die Schaltklappe 20 weist eine Welle 23 auf, die an einem freien Ende rechtwinklig abgekröpft ist. Die Welle 23 ist formschlüssig mit einem Flügelkörper 30 verbunden. Eine Dichtmasse ist um den Flügelkörper 30 gespritzt und so ausgebildet, dass sie randseitig der Schaltklappe eine Dichtlippe 37 bildet, die im Schließstellung mit einem Anlagendruck der Öffnung zur Anlage kommt und die Öffnung somit dicht verschließt. Darüber hinaus bildet die Dichtmasse eine erste und eine zweite Dichthaube 39, 40, die an den gegenüberliegenden axialen Enden der Schaltklappe 20 konzentrisch zu der Welle 23 angeordnet ist.

Ein Programm zum Steuern der Brennkraftmaschine wird in einem Schritt S1 gestartet. In einem Schritt S2 wird geprüft, ob die Drehzahl N kleiner als ein dritter Schwellenwert N0 ist. Ist dies der Fall, so wird in einem Schritt S3 die Stellung S der Schaltklappe 20 bis 22 in eine Offenstellung OP gesteuert. In der Offenstellung OP geben die Schaltklappen 20 bis 22 jeweils die Öffnungen zu den benachbarten Saugrohren 5 bis 8 frei, wodurch dann die effektive Saugrohrlänge verkürzt ist auf die Länge des Saugrohrs zwischen der jeweiligen Öffnung, in der die Schaltklappen 20 bis 22 angeordnet sind, hin zu den Einlässen 11 bis 14 am Motorblock. Der dritte Schwellenwert N0 wird vorteilhaft in einem Bereich von 900 bis 1500 U/Min., also beispielsweise bei 1000 U/Min. gewählt. Versuche an Motorprüfständen haben ergeben, dass bei derartigen niedrigen Drehzahlen durch eine kürzere effektive Saugrohrlänge die Aufladung der Zylinder verbessert werden kann.

Ist die Bedingung des Schrittes S2 jedoch nicht erfüllt, so wird in einem Schritt S4 geprüft, ob die Drehzahl N größer ist als ein erster Schwellenwert. Ist dies der Fall, so werden in einem Schritt S5 die Stellungen S der Schaltklappen 20 bis 22 in einen geschlossenen Zustand CL gesteuert. In dem geschlossenen Zustand CL kommunizieren die Saugrohre 20 bis 22 nicht mit dem Hohlkörper, der in diesem Ausführungsbeispiel dem jeweils benachbarten Saugrohr entspricht. Die Öffnungen, in denen die Schaltklappen 20 bis 22 angeordnet sind, sind somit geschlossen. Dadurch ergibt sich eine effektive Saugrohrlänge, die der gesamten Länge des Saugrohres von dem ersten Sammler 4 bis hin zu den Einlässen 11 bis 14 entspricht. Der erste Schwellenwert wird vorzugsweise in einem Bereich von 2800 bis 4000 U/Min., beispielsweise bei 3400 U/Min. gewählt. Dadurch kann im Bereich zwischen dem dritten Schwellenwert N0 und dem ersten Schwellenwert N1 eine sehr gute Aufladung der Zylinder gewährleistet werden.

Ist die Drehzahl N in dem Schritt S4 jedoch größer als der erste Schwellenwert N1, so wird in einem Schritt S6 geprüft,

ob die Drehzahl größer ist als ein zweiter Schwellenwert N2. Der zweite Schwellenwert N2 liegt vorzugsweise im Bereich von 4000 bis 4800 U/Min., beispielsweise bei 4200 U/Min. Ist die Drehzahl in dem Schritt S6 kleiner als der zweite Schwellenwert N2, so wird in einem Schritt S7 eine Leckagestellung IM abhängig von der Drehzahl N ermittelt. In einer besonders einfachen Ausgestaltung ist die Leckagestellung IM fest vorgegeben. Eine weitere Verbesserung des Drehmomentverlaufs kann jedoch erreicht werden, wenn die Leckagestellung variabel ist und abhängig von der Drehzahl ermittelt wird. Es ergibt sich eine besonders guter Drehmomentverlauf, wenn die Leckagestellung IM so dimensioniert ist, dass sich mit steigender Drehzahl N die Leckage erhöht. In der Leckagestellung werden die Öffnungen durch die Schaltklappen 20 bis 22 nur so wenig frei gegeben, dass die Luftströmung in diesem Bereich der Saugrohre nicht vollständig abreißt. In der Leckagestellung IM werden die Öffnungen durch die Schaltklappen 20 bis 22 lediglich maximal so weit frei gegeben, dass dies maximal einer Leckage von 15 % der durch die jeweilige Schaltklappe verschließbaren Öffnungsfläche entspricht.

In einem Schritt S8 wird dann die Stellung S der Schaltklappe in den Leckagezustand gesteuert. Dadurch ergibt sich dann in dem Drehzahlbereich zwischen dem ersten Schwellenwert N1 und dem zweiten Schwellenwert N2 überraschenderweise eine deutliche Erhöhung der Aufladung und somit des Drehmoments der Zylinder der Brennkraftmaschine. Die Schaltklappen sind dann vorzugsweise sehr gut dichtend ausgebildet, wie anhand der Schaltklappe gemäß Figur 3 beschrieben und verschließen somit in dem Drehzahlbereich zwischen dem dritten Schwellenwert N0 und dem ersten Schwellenwert N1 die Öffnungen sehr dicht mit einer Leckage von weniger als etwa 1 % der Klappenfläche, was in diesem Drehzahlbereich besonders vorteilhaft ist. Demgegenüber wirkt sich in dem Drehzahlbereich zwischen der ersten Drehzahlschwelle und der zweiten Drehzahlschwelle die Leckagestellung IM weiter vorteilhaft auf den Drehmomentverlauf aus.

Ist die Bedingung des Schrittes S6 jedoch erfüllt, d. h. die Drehzahl ist größer als der zweite Schwellenwert N2, so wird in einem Schritt S2 die Stellung S der Schaltklappen 20 bis 22 in dem Schritt S3 in die Offenstellung OP gesteuert, wodurch sich bei Drehzahlen größer des zweiten Schwellenwertes N2 ein sehr guter Drehmomentverlauf ergibt.

Vorteilhaft hängt das Steuern der Stellglieder in eine Leckage-Stellung zusätzlich ab von einer Lastgröße der Brennkraftmaschine. So wird die Leckage-Stellung beispielsweise nur im vollastnahen Bereich angesteuert, also beispielsweise, wenn der Saugrohrdruck annähernd dem Umgebungsdruck bei der jeweiligen Drehzahl entspricht.

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Steuern einer Brennkraftmaschine mit einer Ansaugeinrichtung (1), die Saugrohre (20 bis 22) hin zu Ein-  
5 lassen (11 bis 14) von Zylindern der Brennkraftmaschine und Stellglieder zum Einstellen der effektiven Rohrlänge der Saugrohre durch Verschließen oder Freigeben mindestens einer Öffnung von den Saugrohren (6 bis 8) hin zu einem Hohlkörper, und mindestens einen Stellantrieb zum Steuern der Stellglieder  
10 der aufweist, bei dem

- innerhalb eines ersten Drehzahlbereichs, dessen obere Grenze ein erster Schwellenwert (N1) ist, die Stellglieder in eine Schließstellung gesteuert werden,

- bei einer Drehzahl (N), die größer ist als ein erster  
15 Schwellenwert (N1) und kleiner ist als ein zweiter Schwellenwert (N2), die Stellglieder in eine Leckage-Stellung gesteuert werden, und

- bei einer Drehzahl (N) die größer ist als der zweite Schwellenwert (N2) die Stellglieder in eine Offenstellung gesteuert werden.  
20

2. Verfahren zum Steuern einer Brennkraftmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass bei Drehzahlen (N) die größer sind als der erste Schwellenwert (N1) und kleiner sind  
25 als der zweite Schwellenwert (N2) die Leckage-Stellung abhängt von der Drehzahl (N).

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass mit steigender Drehzahl die Leckage erhöht wird.  
30

4. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Steuern der Stellglieder in eine Leckage-Stellung zusätzlich abhängt von einer Lastgröße der Brennkraftmaschine.  
35

5. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass bei einer Drehzahl (N) kleiner als ein



dritter Schwellenwert (N0), der kleiner ist als der erste Schwellenwert (N1) die Stellglieder in die Offenstellung gesteuert werden.

5 6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass der dritte Schwellenwert (N0) im Bereich von 900 bis 1500 U/Min.

7. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Schwellenwert (N1) im Bereich von 2800 bis 4000 U/Min. liegt.

8. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der zweite Schwellenwert (N2) im Bereich von 3400 bis 4800 U/Min. liegt.

9. Vorrichtung zum Steuern einer Brennkraftmaschine mit einer Ansaugeinrichtung (1) die Saugrohre (20 bis 22) hin zu Einlässen (11 bis 14) von Zylindern der Brennkraftmaschine und Stellglieder zum Einstellen der effektiven Rohrlänge der Saugrohre durch Verschließen oder Freigeben mindestens einer Öffnung von den Saugrohren (6 bis 8) hin zu einem Hohlkörper und mindestens einen Stellantrieb zum Steuern der Stellglieder aufweist, mit

- 25 - ersten Mitteln, die innerhalb eines ersten Drehzahlbereichs, dessen obere Grenze ein erster Schwellenwert (N1) ist, die Stellglieder in eine Schließstellung steuern,
- 30 - zweiten Mitteln, die bei einer Drehzahl (N), die größer ist als ein erster Schwellenwert (N1) und kleiner ist als ein zweiter Schwellenwert (N2), die Stellglieder in eine Leckage-Stellung steuern, und
- dritte Mittel, die bei einer Drehzahl (N) die größer ist als der zweite Schwellenwert (N2) die Stellglieder in eine Offenstellung steuern.

## Zusammenfassung

Verfahren und Vorrichtung zum Steuern einer Brennkraftmaschine

5

Eine Brennkraftmaschine hat eine Ansaugereinrichtung (1), die Saugrohre (5 bis 8) hin zu Einlässen von Zylindern der Brennkraftmaschine und Stellglieder zum Einstellen der effektiven Rohrlänge der Saugrohre (5 bis 8) hat, durch Verschließen oder Freigeben mindestens einer Öffnung von den Saugrohren (5 bis 8) hin zu einem Hohlkörper und mindestens einen Stellantrieb zum Steuern der Stellglieder. Innerhalb eines ersten Drehzahlbereichs, dessen obere Grenze ein erster Schwellenwert ( $N_1$ ) ist, werden die Stellglieder in eine Schließstellung gesteuert. Bei einer Drehzahl ( $N$ ) die größer ist als der erste Schwellenwert ( $N_1$ ) und kleiner ist als ein zweiter Schwellenwert ( $N_2$ ), werden die Stellglieder in eine Leckage-Stellung gesteuert. Bei einer Drehzahl die größer ist als der zweite Schwellenwert ( $N_2$ ) werden die Stellglieder in eine Offenstellung gesteuert.

Figur 4

FIG 1

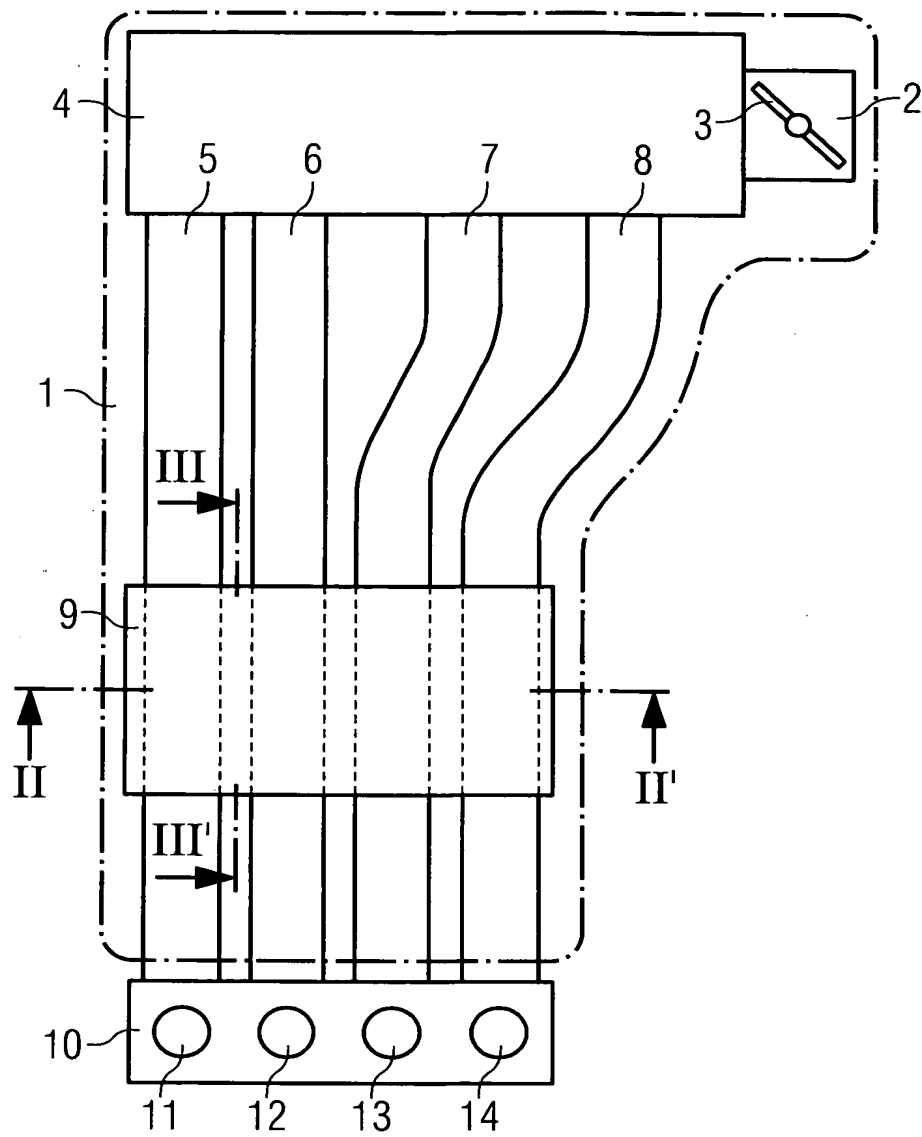
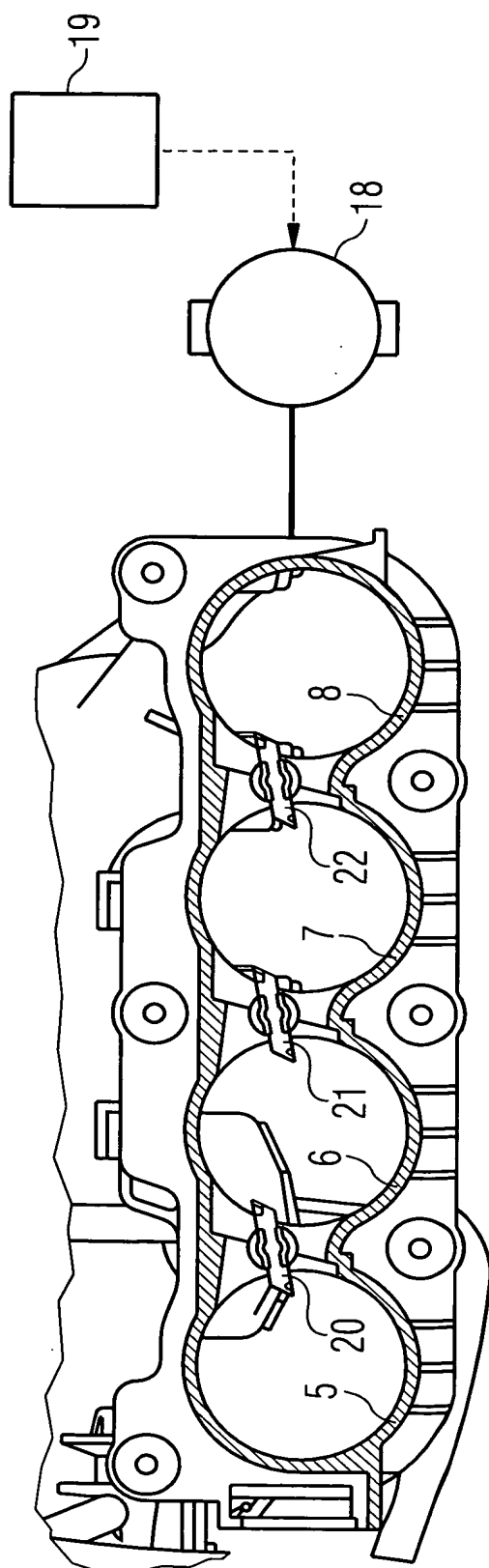


FIG 2



**FIG 3**

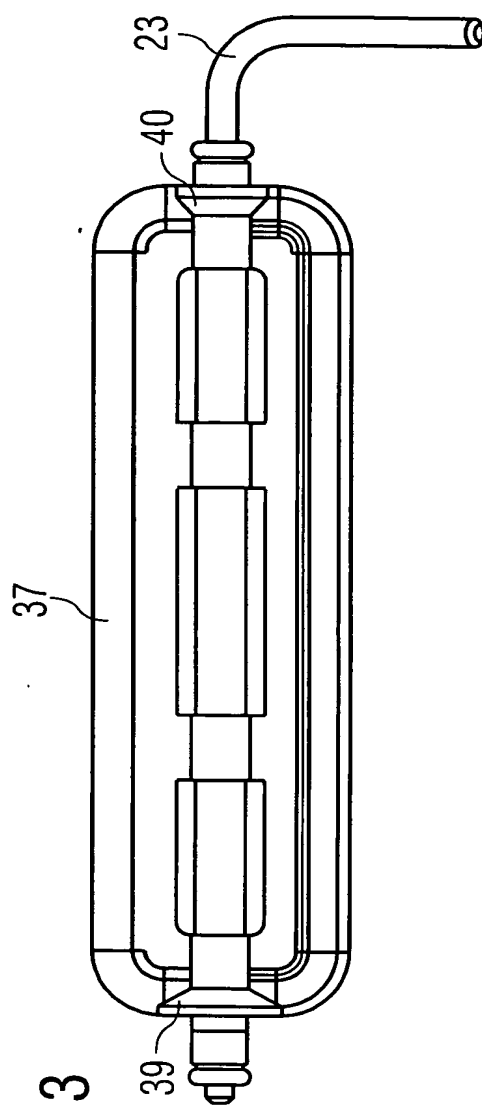


FIG 4

